Über See-Erosionen in Ufergesteinen.

Von Prof. **F. Simony.**

Während der von dem Verfasser im letztverflossenen Spätsommer vorgenommenen See-Untersuchungen im Salzkammergute wurde auch der Gestaltung der in und nahe der Inundationszone gelegenen Theile des Ufergeländes ein näheres Augenmerk zugewendet. Insbesondere waren es verschiedene, an zahlreichen Stellen auftretende Wassererosionen in dem Ufergesteine, welche einer eingehenderen Betrachtung werth schienen, da dieselben einerseits ein Mittel abgeben konnten, die Oscillationsgrenzen der einzelnen Seespiegel für einen längeren, abgelaufenen Zeitraum festzustellen, anderseits die Möglichkeit boten, durch Vergleichung dieser mit ähnlich gestalteten, aber unter ganz anderen Umständen auftretenden Vorkommnissen zu einer sichereren Deutung der bisher noch mehr oder minder zweifelhaften Entstehungsweise der letzteren zu gelangen.

Zunächst sei einer Erosionsform Erwähnung gethan, welche an mehreren Uferfelsen des Gmundner Sees, am ausgezeichnetsten aber bei Traunkirchen in der Strecke von der Johannissäule an der Schwimmanstalt vorbei bis gegen die Landungsbrücke des Dampfschiffes, ferner unweit des Gasthauses „am Stein“, im sogenannten „Glanzeneck“, vorkommt. An den genannten Stellen ist der Fels bis zu einer Höhe von $1\frac{1}{2}$—$2\frac{1}{2}$ Fuss über dem sommerlichen Niveau des Sees mit Aushöhlungen übersäet, welche senkrecht zum Wasserspiegel in die bald mehr, bald weniger geneigte Oberfläche des Gesteines genagt sind. Diese Aushöhlungen sind im horizontalen Querschnitt meist regelmässig kreisrund, während das verticale Profil bald senkrechte Wandungen mit kesselähnlich verlaufenden Boden zeigt, bald nach unten sich verjüngt, ja manchmal sogar mit einer trichter-

ähnlichen Verengerung endet. Die Wände dieser Aushöhlungen sind selten ganz glatt, in der Regel, namentlich wenn die letzteren bereits grössere Dimensionen angenommen haben, vielfach von secundären, meist schalenförmigen Vertiefungen bedeckt. Die Grösse dieser Excavationen ist sehr wechselnd, der obere Durchmesser beträgt in der Regel $^3/_4$—$1^1/_2$ Zoll, erreicht aber in einzelnen Hohlräumen mitunter auch 3 und 4 Zoll. Eben so verschieden ist die Tiefe; meist übertrifft dieselbe noch um etwas den grössten Breitendurchmesser. Selten treten diese Vertiefungen einzeln oder zerstreut auf, meist sind sie so dicht gedrängt, dass zwischen ihnen nur dünne Scheidewände übrig bleiben, welche nach oben ganz schneidig oder zackig auslaufen, theilweise auch schon so abgenagt sind, dass nicht selten mehrere Höhlungen in ihrem oberen Theile mit einander verbunden sind. Von diesen Aushöhlungen sind die dem Seespiegel nächst gelegenen gewöhnlich ganz, die höher situirten nur theilweise mit Wasser gefüllt, während die obersten Vertiefungen bei trockenem, windstillen Wetter meist vollkommen trocken erscheinen. Spuren von Sand und Schlamm finden sich nur dort, wo das erosirte Felsufer von einer Untiefe begrenzt wird.

Bemerkenswerth ist es, dass die Wände dieser Aushöhlungen nicht immer kahl, sondern im Gegentheile oft bis zum Grunde mit verschiedenen Moosen und Algen überkleidet sind. Von den letzteren sei hier eine Art besonders erwähnt, die bisher nur an wenigen Alpenseen beobachtet wurde; es ist *Zonotrichia calcivora* Rabenh., eine kleine, dunkelgrüne Alge, deren radial an einander gereihte Zellenfäden sich zu $1^1/_2$ bis 3 Linien im Durchmesser haltenden halbkugeligen Massen verbinden, welche im Querschnitte meist mehrere concentrische, verschiedenfärbige Zonen unterscheiden lassen. Diese kleinen, halbkugeligen Massen sitzen stellenweise so dicht gedrängt beisammen, dass sie einen zusammenhängenden Filz bilden, welcher die einzelnen Vertiefungen des Gesteines bis zu deren Grunde überzieht. In der eben beschriebenen Weise des Vorkommens hat der Verfasser die genannte Alge besonders an der südöstlichen Ecke des Promontoriums von Traunkirchen beobachtet.

So wenig nun gezweifelt werden kann, dass die geschilderten Erosionen in der Oberfläche der Uferfelsen als ein Product

des Sees anzusehen seien, indem ihr Auftreten längs der felsigen Gestade nirgends über die Inundationszone hinausreicht, so scheint doch die stellenweise vorkommende, dichte Auskleidung mit Moosen und Algen darauf hinzudeuten, dass das Fortschreiten der Erosion nicht allein der mechanischen Thätigkeit des Wellenschlages und der Brandung, sondern auch, und vielleicht vorwiegend der auflösenden Wirkung des in den einmal vorhandenen Vertiefungen sich ansammelnden und stets wieder erneuernden Wassers zuzuschreiben sei. Die auflösende Wirkung des letzteren dürfte überdies durch die aus den Moosen und Algen alltäglich an dasselbe abgegebene Kohlensäure eine nicht unbeträchtliche Steigerung erhalten, abgesehen davon, dass durch den Lebensprocess der oben erwähnten *Zonotrichia calcivora* gleichfalls ein beständiger Abtrag der von ihr bedeckten Gesteinmasse erfolgt [1].

Einen weiteren Beweis, dass nicht die mechanische Wirkung des Wellenschlages und der Brandung es allein ist, welche die vorbeschriebenen Formen von Erosion hervorbringt, liefert ein Vorkommen von ganz gleichgestalteten Aushöhlungen, welches der Verfasser auf dem Plateau des Prielgebirges bei einer Wanderung von der Elmgrube über den Ablassbühel nach dem Widderkar am Grunde einer sumpfigen, temporär 3—4 Fuss tief mit Wasser erfüllten Felsmulde kennen zu lernen Gelegenheit hatte. Obgleich die vollkommen horizontal gezogene Grenze, bis zu welcher hier die gegen den Boden mässig geneigte Felsplatte jene rundlichen Löcher zeigt, nicht den geringsten Zweifel aufkommen lässt, dass man es hier mit einer Erosion zu thun habe, welche ihre Entstehung einem in seiner Höhe oscillirenden Wasserspiegel verdankt, so ist doch bei der Kleinheit und Abgeschlossenheit des letzteren jeder Gedanke an irgend eine erhebliche Wirkung von Wellenbewegung ausgeschlossen. Auch am unteren Ende des vorderen Lahngangsees, dessen steile

---

[1] Im Durchschnitte eines der halbkugeligen Gebilde der *Zonotrichia* zeigen sich zwischen den einzelnen Zellenfäden überall Ausscheidungen winzig kleiner kalkiger Körnchen oder Schüppchen und das lebhafte Brausen eines solchen Bällchens in Säuren lässt erkennen, dass die Menge des von dieser winzig kleinen Pflanze verarbeiteten Kalkes sehr beträchtlich ist.

Gebirgsumwallung ihn gegen jede heftigere Aufregung durch Winde schützt, der aber ziemlich bedeutenden Oscillationen seines Niveau's unterworfen ist, sind in dem Ufergestein des zur Vordernbachalpe hinabschauenden, niedrigen Felsriegels die gleichen Aushöhlungen wahrzunehmen. Endlich kann man Ähnliches auch an ein paar Punkten innerhalb der Inundationszone des vorderen Gosausees antreffen.

Der Umstand, dass die vorbeschriebenen Erosionen nirgends über das die normalen Schwankungen des Wasserspiegels begrenzende Niveau hinausgehen, macht sie zu sicheren Marken für die Höhen, zwischen welchen die betreffenden Seespiegel innerhalb eines jedenfalls sehr langen Zeitraumes sich bewegen mochten. Bei jenen Seen, wo sich an die Beantwortung der Frage, ob deren Niveau im Laufe einer längeren Periode, z. B. seit der Zeit der Pfahlbauten eine merkliche Änderung erfahren habe, ein näheres Interesse knüpft, dürfte demnach eine sorgfältige Nachsuchung um derartige und verwandte Erosionsformen einen werthvollen Anhaltspunkt für eventuell vorzunehmende weitere Nachforschungen abgeben. So glaubt der Verfasser mit Bezug auf den Gmundner See aus dem Umstande, dass die erwähnten Erosionen über das sommerliche Niveau des Wasserspiegels nirgends höher, als 2, höchstens $2^1/_2$ Fuss hinaufreichen, ebenso aber auch nur wenig unter denselben hinabzugehen scheinen[1], sich zu der Annahme berechtigt, dass der Spiegel dieses Sees seit mehreren Jahrtausenden kaum mehr eine bedeutende Veränderung seines mittleren Standes erlitten habe. Dem entsprechend muss auch die Meinung für unbegründet gehalten werden, dass durch den Klausbau am Ausflusse der Traun der See beträchtlich gehoben wurde. Übrigens scheint auch die

[1] Das während der letztjährigen Untersuchungen fast unausgesetzt herrschende ungünstige Wetter gestattete nicht, vollkommen sicher zu ermitteln, bis zu welcher Tiefe die beschriebenen Erosionen unter den Wasserspiegel hinabreichen Dies muss späteren Beobachtungen vorbehalten bleiben. Vorläufig sei bemerkt, dass der Gmundner See nach länger anhaltender, trockener Witterung schon im Sommer einen solchen Grad von Klarheit erreicht, dass bei Windstille und Sonnenschein noch in einer Tiefe von 10—20 Fuss die Beschaffenheit des Seebodens in den kleinsten Details wahrgenommen werden kann.

Höhe der die Insel des alten Schlosses Ort umgürtenden Pfahlwerke die letztere Meinung nicht zu unterstützen.

Eine andere, der oben beschriebenen verwandte Erosionsform zeigen, und zwar gleichfalls nur innerhalb der Inundationszone, zahlreiche steile, senkrechte und überhängende Uferfelsen an sowohl kleineren als grösseren Seen des Traungebietes. Es sind dies flach schalenförmige Vertiefungen von verschiedener Grösse, die meist dicht aneinander gedrängt, stellenweise auch zusammenfliessend, oft auf längere Strecken hin in das Gestein genagt sind. Der Durchmesser der einzelnen Vertiefungen wechselt zwischen $1/2$—2 Zoll, erreicht aber auch manchmal, namentlich an Seen mit starkem Wellengange, die Grösse von einem halben Fuss und mehr.

Schon die steile Stellung der Felsflächen, in welchen diese Erosionsform vorkommt, schliesst jede andere Entstehungsweise, als die durch mechanische Wirkung des bewegten Wassers aus, wenn nicht auch noch der Umstand dafür sprechen würde, dass diese Aushöhlungen dort am entwickeltsten auftreten, wo Wellenschlag und Brandung am intensivsten und häufigsten thätig sind.

Diese letztere Erosionsform ist insofern lehrreich, als sie einen Fingerzeig über die Entstehungsweise gewisser ähnlicher Aushöhlungen gibt, welche nicht selten in Felswänden des Kalkgebirges, und zwar an Stellen vorkommen, wo unter den gegenwärtigen Verhältnissen jede derartige Thätigkeit des Wassers, wie sie hier zunächst in Betrachtung gezogen wird, vollkommen ausgeschlossen ist.

Von solchen Vorkommnissen sei hier eines vor allen als Beispiel angeführt, welches an einer viel begangenen Stelle des Traungebietes sich befindet und jedem aufmerksameren Beobachter leicht in die Augen fällt. In dem malerischen Engpasse von Hüttenstein am Krottensee, genannt „zwischen den Bergen", durch welchen die Strasse von St. Gilgen nach Mondsee führt, kann man etwa 150 Schritte abwärts von der Passhöhe (1885′) gegen Scharfling zu, ziemlich hoch oben in der rechts am Wege sich erhebenden Felswand, eine Anzahl solcher schalenförmiger Aushöhlungen wahrnehmen, wie sie nur ein durch lange Zeit anschlagendes Wasser hervorzubringen vermag. Da aber nach der ganzen Configuration des umliegenden Terrains weder an

einen hier je vorbeifliessenden Bach, noch weniger an die erosirende Wirkung eines Sees (der nahe Mondsee müsste denn einst um mindestens 350 Fuss höher gestanden sein, als gegenwärtig) gedacht werden kann, so mag die Annahme, dass diese Aushöhlungen durch die Schmelzwässer eines sich hier einst durchdrängenden Gletscherstromes gebildet worden sein mochten, immerhin einige Wahrscheinlichkeit für sich haben, um so mehr, als zahlreiche Spuren von ganz unzweifelhafter Natur an verschiedenen Punkten der nächsten Umgebung auf die frühere Anwesenheit bedeutender Gletschermassen hinweisen.

Endlich sei noch einer Erosionsform gedacht, welche der Verfasser längs des nördlichen Ufers des Attersees von Litzelberg abwärts bis zum Ausfluss der Ager zu beobachten Gelegenheit hatte. In der bezeichneten Strecke sind die stellenweise bis hart an den See heranreichenden Wirthschaftsgründe meist durch Steinwehren abgedämmt, welche den Wasserspiegel in der Regel um $1\frac{1}{2}$—2 Fuss überragen. Das Material, aus welchem dieselben errichtet sind, ist theils den Schutthalden der südlich gelegenen Sandstein- und Kalkberge, theils dem Seeboden selbst entnommen, dessen hier ziemlich ausgedehnte Untiefen stellenweise mit Geschieben, meist den nächsten Kalkalpen entstammend und von zum Theil beträchtlichen Dimensionen (einzelne derselben haben einen Durchmesser von einem Fuss und darüber) übersäet sind. Die oberste Lage dieser Wehrsteine zeigt nun ein höchst eigenthümliches Aussehen. In dem der Wirkung des Sturzwassers und Wellenschlages am stärksten ausgesetzten Theile der Oberfläche erscheint die letztere von zahllosen, theils geradlinigen, theils gewundenen, bald parallel, bald auseinander laufenden Rinnen von 2—4 Linien Breite und meist halb so grosser Tiefe durchfurcht. Dazwischen finden sich einzelne rundliche Vertiefungen ähnlicher Form, nur kleiner wie in den oben beschriebenen Ufergesteinen des Gmundner Sees; mitunter werden jene Rinnen auch wieder von anderen noch tiefer eingeschnittenen Furchen durchsetzt, welche ersichtlich den leichter zerstörbaren Partien des Gesteines entsprechen. Noch sei erwähnt, dass die eben beschriebenen Erosionen nicht an eine besondere Art von Formation gebunden sind, sie treten vielmehr eben so gut im festen, ganz homogenen, weissen, wie im grauen, thonreichen, von Kalkspathadern durch-

zogenen Kalk, eben so aber auch in verschiedenen Flyschgesteinen auf, und die Form der Auswaschungen hat nur Modificationen erlitten, je nachdem die verschiedenen Wehrsteine dem Angriffe des Wassers eine gerundete oder eine ebene, mehr oder weniger geneigte Oberfläche dargeboten haben.

Wollte man für diese eigenthümliche Erosionsform eine analoge Erscheinung zur Vergleichung heranziehen, so wären es jene wunderlich zernagten Karrenfelder, welche manche Theile unserer Kalkalpen oft in weiter Ausdehnung bedecken. Ein Unterschied besteht nur darin, dass bei der Bildung der letzteren die Natur nach einem tausendfach grösseren Massstabe gearbeitet hat.

Dass auch hier nur das bewegte Seewasser es ist, welches die letzt beschriebenen Aushöhlungen in dem Ufergesteine bewirkt hat, liegt ausser allem Zweifel, denn wieder sind dieselben strenge an die Inundationszone gebunden und man würde vergeblich suchen, auch nur Andeutungen einer ähnlichen Erosion an gleichartigen Steinblöcken zu entdecken, welche hie und da in dem erratischen Terrain der benachbarten Ufergelände durch eine kaum viel kürzere Zeit, als jene Wehrsteine, unverrückt dem Einflusse der Atmosphärilien blossgelegt gewesen sind.

Diese letzteren Erosionen verdienen auch insofern einige Beachtung, als sie den Beweis liefern, dass Gesteine durch ein derart bewegtes Wasser, wie das eines von Winden Tag um Tag heimgesuchten Sees, schon in verhältnissmässig kurzer Zeit ausgiebig benagt werden können. Lässt sich schon den verschiedenen Steinwehren am unteren Ende des Attersees, wo jene Erosionen vorkommen, dem allgemeinen Aussehen nach kaum ein hohes Alter zuschreiben, so bieten sich an manchen Stellen noch bestimmtere Anhaltspunkte zur Beurtheilung des letzteren dar. Eine derselben möge hier näher bezeichnet werden, es ist der „Måhdl im Moos“, ein nördlich von Litzelberg am Ufer gelegenes Fischerhaus, vor welchem eine kleine Schiffhütte in den See hinausgebaut ist. Ein etwa drei Fuss breiter, einen Fuss hoch aus dem Wasser aufragender Steindamm schützt die südliche Längsseite derselben gegen den Anprall der Wellen. Hier zeigen wieder alle Steine auf der dem Sturzwasser preisgegebenen Seite die früher geschilderten Erosionsformen in mehr oder minder ausgezeichneter Weise. Der Umstand nun, dass die Aufführung des eben

beschriebenen Dammes mit dem Aufbau der Schiffhütte zusammenfällt, die letztere aber, selbst eine zeitweilige Erneuerung mit eingerechnet, nicht viel über ein Jahrhundert besteht, führt nothwendig zu dem Schlusse, dass ein gleich kurzer Zeitraum genügte, derartige auffällige Erosionen zu bewirken. Übrigens ist nicht zu übergehen, dass hier neben der mechanischen Wirkung des Sturzwassers auch der schleifenden Thätigkeit des Sandes der anliegenden Seeuntiefe ein, wenn auch vielleicht nur kleiner Antheil an jenen Erosionen zufällt.

Die hier so ersichtlich hervortretende Thatsache, dass an Erosionsformen, wie die letzterwähnten, der Einwirkung des atmosphärischen Niederschlages in jedem Falle nur ein kaum wahrnehmbarer Antheil zukommt, dass dagegen so vehemente Wasserbewegungen, wie die des Wellenschlages und der Brandung, wenn sich denselben auch noch der reibende und schleifende Sand zugesellt, in vergleichsweise kurzer Zeit einen ganz ansehnlichen Abtrag an festem Gestein hervorbringen können, scheint schliesslich nicht wenig für die Richtigkeit der Meinung zu sprechen, dass auch die Karrenfelder, für welche die zuletzt geschilderten Erosionsgebilde eine Art Miniaturbild abgeben, nur zum kleinsten Theile der Wirkung der meteorischen Niederschläge, in der Hauptsache aber den mehr oder minder rasch dahinfliessenden Schmelzwässern einst vorhandener mächtiger Gletscher zuzuschreiben seien, und dies um so mehr, als diese Wässer bei dem Werke der Aushöhlung durch das den Grundmoränen entnommene Reibungsmaterial in ausgiebigster Weise unterstützt wurden.
